

Aprendizaje Profundo en el Análisis de Datos Asociados al Estudio de Lagos. Caso de Estudio: Lago de Valencia

José Luis Ramírez

1. Introducción

El aprendizaje profundo es una herramienta poderosa en diversas áreas, incluyendo el análisis de datos hidrológicos [1]. Este enfoque utiliza redes neuronales de múltiples capas ocultas para extraer patrones complejos y representaciones de datos, permitiendo realizar predicciones y clasificaciones con alta precisión [2]. En el contexto del análisis de datos de lagos, el aprendizaje profundo ofrece nuevas perspectivas para la modelación de variables clave, como pueden ser nivel del agua, precipitación, datos de temperatura, curvas de borde, etc. [3].

Tradicionalmente, el análisis de datos de lagos se ha basado en métodos estadísticos y modelos numéricos, sin embargo, estos enfoques pueden tener limitaciones cuando se trata de grandes volúmenes de datos o de la modelación de fenómenos no lineales [1, 3]. Aquí es donde el aprendizaje profundo muestra su potencial, ya que puede aprender automáticamente las características relevantes de los datos, sin necesidad de una ingeniería manual de las mismas [2].

En el estudio realizado en [1] se compara el rendimiento de modelos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo para estimar el nivel del agua en el lago Jezioro Kosno en Polonia.

El aprendizaje profundo ha demostrado ser una herramienta prometedora para mejorar la precisión y eficiencia del análisis de datos de lagos. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos y modelar fenómenos complejos lo convierte en un activo valioso para la gestión sostenible de los recursos hídricos y la prevención de desastres naturales [2]. A medida que la

tecnología continúa evolucionando, se espera que las aplicaciones del aprendizaje profundo en el análisis de datos de lagos se expandan y proporcionen soluciones más innovadoras [2, 3].

Dado que el aprendizaje profundo ha demostrado ser útil para el análisis y la predicción de niveles de agua en lagos [1], el Lago de Valencia, que experimenta fluctuaciones en sus niveles debido a factores climáticos y actividades humanas, podría beneficiarse enormemente de estas técnicas. El aprendizaje profundo puede modelar las series temporales de datos como series de nivel, precipitación, datos de temperatura, etc. En resumen, un análisis profundo del Lago de Valencia con aprendizaje profundo permitiría entender mejor su comportamiento, estimar datos relevantes y mitigar riesgos asociados a las inundaciones, contribuyendo así a la gestión sostenible de este importante cuerpo de agua.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Principal

Aplicar herramientas de Aprendizaje Profundo en el análisis de datos de serie relacionados a variables provenientes del Lago de Valencia y poder realizar estimaciones sobre ellos a corto y mediano plazo.

2.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar modelos de aprendizaje profundo para la estimación de distintas variables del Lago de Valencia.
- Analizar la influencia de variables hidrometeorológicas en el comportamiento del Lago de Valencia mediante modelos de aprendizaje profundo.
- Evaluar el rendimiento de diferentes arquitecturas de aprendizaje profundo en el análisis de datos del Lago de Valencia.

2.3. Actividades

A continuación se presenta un conjunto de actividades que se llevarán a cabo para cumplir con los objetivos planteados:

1. Recopilación y Preparación de Datos:

- Estudio bibliográfico sobre las herramientas de Aprendizaje Profundo.
- Recopilar datos históricos del Lago de Valencia, incluyendo niveles de agua, precipitación, temperatura, entre otros.
- Realizar la limpieza y preprocesamiento de los datos, incluyendo la gestión de valores faltantes y la normalización de los datos.
- Dividir los datos en conjuntos de entrenamiento, validación y prueba.

2. Desarrollo de Modelos de Aprendizaje Profundo:

- Diseñar y entrenar modelos de redes neuronales, para la estimación de datos de lagos.
- Implementar modelos adecuados de aprendizaje profundo, para los datos obtenidos del Lago de Valencia.

3. Análisis de Influencia de Variables:

- Utilizar técnicas de análisis de sensibilidad para determinar la influencia de las variables hidrometeorológicas en el comportamiento del lago.
- Analizar la correlación entre las variables y el nivel del agua.

4. Generación de Estimaciones:

- Generar estimaciones a partir de los datos obtenidos, usando los modelos entrenados.

2.4. Limitaciones

Las limitaciones y dificultades de aplicar el aprendizaje profundo al estudio del Lago de Valencia pueden agruparse en las siguientes categorías:

- **Disponibilidad y calidad de los datos:** Este es un factor crítico, ya que la efectividad del aprendizaje profundo depende en gran medida de la cantidad y calidad de los datos disponibles. Las principales dificultades incluyen la falta de datos históricos extensos y confiables, la

presencia de valores faltantes e inconsistencias, y la variabilidad espacial de los datos.

- **Complejidad del modelado:** Los sistemas hidrológicos son intrínsecamente complejos y no lineales, lo que dificulta la creación de modelos precisos y generalizables. La selección y el diseño de arquitecturas de aprendizaje profundo apropiadas, el ajuste de hiperparámetros y la necesidad de grandes volúmenes de datos para el entrenamiento son desafíos importantes. Además, la interpretabilidad de los modelos de caja negra, las limitaciones inherentes a la predicción a largo plazo también son factores a considerar.
- **Recursos computacionales y experiencia:** El entrenamiento de modelos de aprendizaje profundo requiere recursos computacionales significativos, como hardware especializado y tiempo de procesamiento. También se necesita experiencia especializada para preprocesar los datos, diseñar y entrenar los modelos, y evaluar su rendimiento.

2.5. Alcances

Los alcances de esta investigación sobre el uso de aprendizaje profundo en el análisis de datos asociados al estudio del Lago de Valencia podrían ser significativos en varias áreas. El objetivo principal de la investigación es aplicar herramientas de aprendizaje profundo para analizar series de datos relacionados con variables del Lago de Valencia y realizar estimaciones a corto y mediano plazo. Los alcances específicos de esta investigación, podrían incluir:

- Desarrollo de modelos de aprendizaje profundo para la estimación de distintas variables del Lago de Valencia. Esto permitiría estimar comportamientos futuros de variables clave como el nivel del agua, la precipitación y la temperatura.
- Análisis de la influencia de variables hidrometeorológicas en el comportamiento del Lago de Valencia mediante modelos de aprendizaje profundo. Esto podría ayudar a comprender mejor cómo factores como la precipitación y la temperatura afectan el lago.
- Evaluación del rendimiento de diferentes arquitecturas de aprendizaje profundo en el análisis de datos del Lago de Valencia. Esto permitiría

identificar qué tipos de modelos de redes neuronales son más efectivos para analizar los datos específicos del lago.

- Generación de estimaciones utilizando los modelos entrenados. Estas estimaciones podrían ser valiosas para la gestión sostenible de los recursos hídricos y la prevención de desastres naturales como las inundaciones.

En general, la aplicación del aprendizaje profundo al análisis de datos del Lago de Valencia busca mejorar la precisión y eficiencia de la modelación y predicción en comparación con los métodos estadísticos y modelos numéricos tradicionales, especialmente en el manejo de grandes volúmenes de datos y fenómenos no lineales. Los resultados de esta investigación podrían contribuir significativamente a una gestión más informada y proactiva del Lago de Valencia.

3. Marco Teórico

La relación entre el aprendizaje profundo y el análisis de datos de lagos se puede observar en las siguientes áreas:

- **Modelación del nivel del agua:** Las redes neuronales recurrentes pueden estimar futuros niveles de agua basándose en el análisis de series temporales históricas, lo que es fundamental para la prevención de inundaciones [1].
- **Modelado hidrológico:** El aprendizaje profundo permite construir modelos hidrológicos más precisos y eficientes [2]. Las redes neuronales profundas pueden descubrir patrones ocultos en los datos hidrológicos y, por lo tanto, mejorar el rendimiento de la modelación [2].
- **Clasificación de imágenes de inundaciones:** Las redes neuronales son especialmente útiles para analizar imágenes satelitales para mapear la extensión de inundaciones en áreas lacustres [2]. Esto es esencial para la respuesta a emergencias y la evaluación de riesgos [2].
- **Análisis de la susceptibilidad a inundaciones:** Las técnicas de aprendizaje profundo pueden identificar áreas propensas a inundaciones en función de factores físicos y ambientales [2]. Esto puede ayudar en la planificación [2].

Referencias

- [1] Ishan Ayus, Narayanan Natarajan y Deepak Gupta. «Prediction of Water Level Using Machine Learning and Deep Learning Techniques». En: *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering* 47 (2023), págs. 2437-2447. URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:256917065>.
- [2] R. Bentivoglio et al. «Deep learning methods for flood mapping: a review of existing applications and future research directions». En: *Hydrology and Earth System Sciences* 26.16 (2022), págs. 4345-4378. DOI: 10.5194/hess-26-4345-2022. URL: <https://hess.copernicus.org/articles/26/4345/2022/>.
- [3] Catherine F Higham y Desmond J Higham. «Deep learning: An introduction for applied mathematicians». En: *Siam review* 61.4 (2019), págs. 860-891.